

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-213660  
(43)Date of publication of application : 20.08.1996

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 07-142202  
(22)Date of filing : 08.06.1995

(71)Applicant : SHARP CORP  
(72)Inventor : OKAZAKI ATSUSHI

(30)Priority

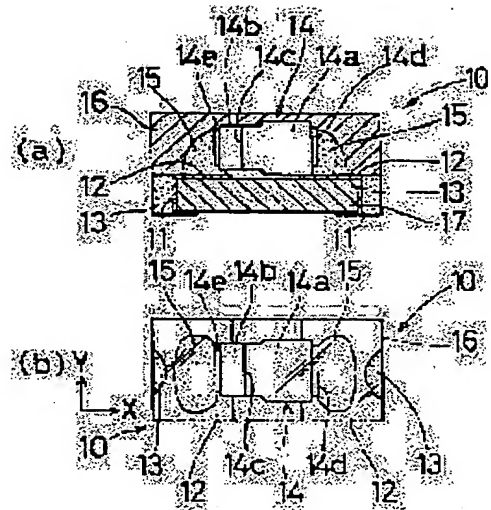
Priority number : 06302329 Priority date : 06.12.1994 Priority country : JP

## (54) LIGHT EMITTING DEVICE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily manufacture a small-sized light emitting device excellent in reliability.

CONSTITUTION: An LED chip 14 wherein a P-type semiconductor layer 14a and an N-type semiconductor layer 14b constitute a PN junction is formed on a pair of electrode patterns 12 arranged on an insulating substrate 17, in the manner in which the PN junction surface 14c is in the state vertical to the insulating substrate 17. A P side electrode 14d and an N side electrode 14e are electrically connected with the respective electrode patterns 12 by using conductive paste 15. The LED chip 14 on the insulating substrate 17 and the conductive paste 15 are sealed with transparent resin 16. The electrode patterns 12 cover the inner surface of a through hole 11 and reaches the rear of the insulating substrate 17. The through hole 11 is filled with conductive paste 13.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application].

[Patent number] 3127195

[Date of registration] 02.11.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-213660

(43)公開日 平成8年(1996)8月20日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>  
H01L 33/00識別記号 庁内整理番号  
N  
A  
E

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全14頁)

(21)出願番号 特願平7-142202  
 (22)出願日 平成7年(1995)6月8日  
 (31)優先権主張番号 特願平6-302329  
 (32)優先日 平6(1994)12月6日  
 (33)優先権主張国 日本(JP)

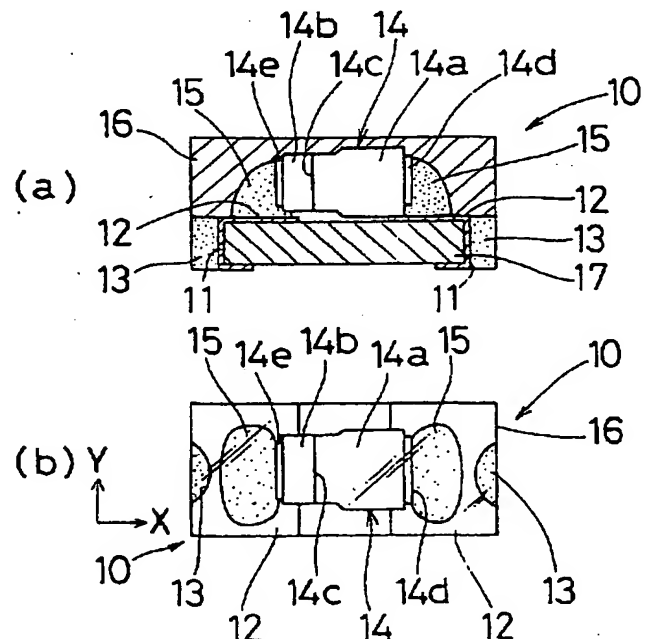
(71)出願人 000005049  
 シャープ株式会社  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
 (72)発明者 岡崎 淳  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
 ャープ株式会社内  
 (74)代理人 弁理士 倉内 義朗

## (54)【発明の名称】 発光デバイスおよびその製造方法

## (57)【要約】

【目的】小型で信頼性に優れた発光デバイスを容易に製造することができる。

【構成】絶縁基板17に設けられた一対の電極パターン12上には、p型半導体層14aとn型半導体層14bとがp-n接合されたLEDチップ14が、そのp-n接合面14cを絶縁基板17に対して垂直状態で架設されている。そして、LEDチップ14のp側電極14dおよびn側電極14eと、各電極パターン12とが、導電性ペースト15によって、それぞれ導電状態で接着されている。絶縁基板17上のLEDチップ14と各導電性ペースト15とが透光性樹脂16によって封止されている。各電極パターン12は、スルーホール11の内周面を覆って、絶縁基板11の裏面に達しているが、スルーホール11には、導電性ペースト13が充填されている。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 相互に分離した一対の電極が設けられた絶縁基板と、

p側半導体層およびn側半導体層とがp-n接合されており、そのp-n接合面が前記絶縁基板に対して垂直状態になるように、絶縁基板上の各電極間に架設状態で配置されたLEDチップと、

このLEDチップのp側半導体層およびn側半導体層と、絶縁基板上の各電極とを導電状態で接着する導電性ペーストと、

前記LEDチップおよび各導電性ペーストを封止する透光性樹脂と、

を具備することを特徴とする発光デバイス。

【請求項2】 前記各電極は、絶縁基板に設けられた各スルーホールをそれぞれ通って絶縁基板の裏面に達しており、各スルーホールに導電ペーストがそれぞれ充填されている請求項1に記載の発光デバイス。

【請求項3】 前記各電極は、絶縁基板に設けられた各スルーホールをそれぞれ覆っており、各スルーホールを覆う電極の裏面に金属層がそれぞれ接着されて絶縁基板の裏面に達している請求項1に記載の発光デバイス。

【請求項4】 スルーホールが設けられた絶縁基板と、絶縁基板のスルーホール内にて各端部同士が相互に分離するように絶縁基板の裏面にそれぞれ設けられた一対の電極と、

p側半導体層およびn側半導体層とがp-n接合されており、そのp-n接合面が前記絶縁基板に対して垂直状態になるように、絶縁基板のスルーホール内にて各電極間に架設状態で配置されたLEDチップと、

このLEDチップのp側半導体層およびn側半導体層と、絶縁基板上の各電極とを導電状態で接着する導電性ペーストと、

前記LEDチップおよび各導電性ペーストを封止する透光性樹脂と、

を具備することを特徴とする発光デバイス。

【請求項5】 多数のスルーホールが形成された絶縁基板に、各スルーホールの内周面を覆うとともに絶縁基板の表面を覆う電極を、各スルーホール毎に分離した状態でそれぞれ形成する工程と、

各スルーホールに導電性ペーストをそれぞれ充填する工程と、

p側半導体層およびn側半導体層とがp-n接合されたLEDチップを、p-n接合面が絶縁基板に対して垂直状態になるように、相互に隣接する一対の電極間にそれぞれ架設する工程と、

各LEDチップのp側半導体層およびn側半導体層と絶縁基板上の各電極とを、導電性ペーストによってそれぞれ導電状態で接着する工程と、

絶縁基板上の全てのLEDおよび導電性ペーストが封止されるように、その絶縁基板全体を透光性樹脂によって

覆う工程と、

その透光性樹脂によって覆われた絶縁基板を、各スルーホールが分割されるようにダイシングカットするとともに、1または複数のLEDチップ毎にダイシングカットする工程と、

を包含することを特徴とする発光デバイスの製造方法。

【請求項6】 多数のスルーホールが形成された絶縁基板の表面に、相互に分離された電極を、それぞれが各スルーホールの開口部を覆うように形成する工程と、

各スルーホールを覆う電極の裏面にそれぞれが接着されそのスルーホール内を通して絶縁基板の裏面にそれぞれ達する金属層を、各スルーホール毎に分離した状態でそれぞれ形成する工程と、

p側半導体層およびn側半導体層とがp-n接合されたLEDチップを、p-n接合面が絶縁基板に対して垂直状態になるように、相互に隣接する一対の電極間にそれぞれ架設する工程と、

各LEDチップのp側半導体層およびn側半導体層と絶縁基板上の各電極とを、導電性ペーストによってそれぞれ導電状態で接着する工程と、

絶縁基板上の全てのLEDおよび導電性ペーストが封止されるように、その絶縁基板全体を透光性樹脂によって覆う工程と、

その透光性樹脂によって覆われた絶縁基板を、各スルーホールが分割されるようにダイシングカットするとともに、1または複数のLEDチップ毎にダイシングカットする工程と、

を包含することを特徴とする発光デバイスの製造方法。

【請求項7】 表裏全面に金属層を有する基板の裏面側のスルーホール形成予定領域における金属層をエッチング除去する工程と、

そのエッチング除去された部分にレーザー光を照射して前記基板に複数のスルーホールを形成する工程と、

形成されたスルーホールの内壁を含む基板の表裏全面に金属メッキにより金属層を形成する工程と、

基板の表裏全面の金属層を、それぞれ、各スルーホール毎に分離して電極を形成するようにパターンニングする工程と、

p側半導体層およびn側半導体層とがp-n接合されたLEDチップを、p-n接合面が基板に対して垂直状態になるように、相互に隣接する一対の電極間にそれぞれ架設する工程と、

各LEDチップのp側半導体層およびn側半導体層と基板上の各電極とを、導電性ペーストによってそれぞれ導電状態で接着する工程と、

基板上の全てのLEDおよび導電性ペーストが封止されるように、その基板全体を透光性樹脂によって覆う工程と、

その透光性樹脂によって覆われた基板を、各スルーホールが分割されるようにダイシングカットするとともに、

(3)

1または複数のLEDチップ毎にダイシングカットする工程と、

を包含することを特徴とする発光デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、各種表示パネルの光源、液晶表示装置のバックライト、あるいは照光スイッチの光源として使用される表面実装型の発光デバイスおよびその製造方法に関し、特に、小さな寸法であって外的応力に対して高強度であるLED（発光ダイオード）チップを用いた発光デバイスおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】各種表示パネルの光源、液晶表示装置のバックライト、あるいは照光スイッチの光源として使用される表面実装型の発光デバイスは、通常、p形半導体層とn形半導体層とがp-n接合されたLED（発光ダイオード）チップが使用されている。このようなチップ部品型発光デバイスの一例を図13に示す。

【0003】この発光デバイス60は、リードフレーム61上に、LEDチップ62がマウントされている。このLEDチップ62は、n形の半導体層62aと、p形の半導体層62bとが、相互にp-n接合されており、n形半導体層62aがリードフレーム61上に接着されている。

【0004】LEDチップ62の上面は、リードフレーム61に隣接して配置されたアノード側のフレーム63に、金線等のボンディングワイヤー64によって、電気的に接続されている。ボンディングワイヤー64は、LEDチップ62のエッジ等によって断線しないように、LEDチップ62の上方にてループ状になっている。そして、LEDチップ62がマウントされたリードフレーム61の一部と、ボンディングワイヤー64が接続されたアノード側のフレーム63の一部とが、透光性樹脂65によって封止されている。

【0005】図14は、チップ部品型発光デバイスの他の例を示す側面図である。この発光デバイス70は、絶縁基板71の各側部に、それぞれ、金属メッキによる電極パターン72および73が形成されており、一方の電極パターン72上に、LEDチップ74がマウントされている。このLEDチップ74も、n形の半導体層74aと、p形の半導体層74bとが、相互にp-n接合されており、p形の半導体層74bが一方の電極パターン72上に接着されている。

【0006】LEDチップ74の上面は、絶縁基板71の他方の電極パターン73に、金線等のボンディングワイヤー75によって電気的に接続されている。ボンディングワイヤー75は、LEDチップ74のエッジ等によって断線しないように、LEDチップ74の上方にてループ状になっている。LEDチップ74は、ボンディン

グワイヤー75とともに、透光性樹脂76によって封止されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】いずれのチップ部品型発光デバイス60および70も、LEDチップ62とアノード側のフレーム63とが、また、LEDチップ74と電極パターン73とが、直径10〜40μm程度 of 金線等のボンディングワイヤー64および75によってそれぞれ接続されている。このようなボンディングワイヤー64および75は、外的応力によって容易に破断するために、透光性樹脂65および76によって封止されている。しかしながら、発光デバイス60および70の製造に際して、ボンディングワイヤー64および75をフレーム63または電極パターン73に半田付けする際には、ボンディングワイヤー64および75は断線するおそれがある。また、半田付けされた後にフレーム63や基板71の反り等の外的応力によっても、ボンディングワイヤー64および75は断線するおそれがある。

【0008】さらに、ボンディングワイヤー64および75は、LEDチップ62および74のエッジ等によって断線しないように、LEDチップ62および74の上方に、100〜200μm程度のループを形成する必要がある。その結果、透光性樹脂65および76は、ボンディングワイヤー64および75によって形成されるループも封止するように、そのループの上方に100μm程度の厚さの透光性樹脂を形成しなければならず、透光性樹脂65および76が厚くなって発光デバイス60および70が大型化するという問題もある。

【0009】また、絶縁基板71上に設けられたLEDチップ74を透光性樹脂76によって封止する際に、熔融状態になった透光性樹脂76が、絶縁基板71の裏面に付着するおそれがある。絶縁基板71の裏面に付着した透光性樹脂76は、絶縁基板71の裏面に設けられる配線等に悪影響を及ぼす。このために、熔融状態になった透光性樹脂76が絶縁基板71の裏面に回り込むことを防止しなければならず、通常、LEDチップ74を透光性樹脂76によって封止する際に、絶縁基板71の周縁部に、熔融状態の透光性樹脂76が絶縁基板71の側面を通して裏面に回り込むことを防止する治具や金型等が強く圧接されるようになっている。その結果、絶縁基板71の周縁部には、治具等を配置するための領域が必要になり、これによっても、発光デバイス70が大型化するという問題がある。

【0010】特に、発光デバイスを量産するために、絶縁基板に多数のスルーホールを設けて、絶縁基板に多数のLEDチップを配置して透光性樹脂にて封止した後に、絶縁基板および透光性樹脂を各LEDチップ毎にダイシングカットする場合には、熔融状態になった透光性樹脂が、スルーホールを通して、絶縁基板の裏面に回り込むおそれがあるために、それぞれのスルーホールの周

(4)

辺部に、治具等を配置するための領域が必要になる。

【0011】図15に、図14に示すチップ部品型の発光デバイスの最小寸法の一例を示す。この発光デバイスでは、 $300\mu\text{m}$ 角のLEDチップ74を使用しており、この場合には、基板71の厚さは少なくとも $200\mu\text{m}$ 、LEDチップ74の厚さが $300\mu\text{m}$ 、ボンディングワイヤー75のループの厚さが $200\mu\text{m}$ 、ボンディングワイヤー75のループに対する透光性樹脂76の被り(厚さ)が $100\mu\text{m}$ となり、発光デバイスの厚さは、必要最小限で $800\mu\text{m}$ 程度になる。

【0012】また、発光デバイス70の長手方向長さとなる基板71の長手方向長さは、LEDチップ74をマウントするために必要な領域が $600\mu\text{m}$ 、電極パターン73と72との分離のために必要な領域が $200\mu\text{m}$ 、ボンディングワイヤー75と電極パターン73との接続に必要な領域が $400\mu\text{m}$ 、そして、絶縁基板71上に設けられる透光性樹脂76が絶縁基板71から裏面側に回り込むことを防止するための治具等を配置するために必要な領域として、絶縁基板71の周縁部全体に $200\mu\text{m}$ がそれぞれ必要になり、絶縁基板71は、必要最小限でも長手方向に $1400\mu\text{m}$ ( $1.4\text{mm}$ )の長さが必要になる。

【0013】最近では、各種表示パネル、照光スイッチ等の小型化が推進されており、発光デバイスも小型化することが要望されている。そのために、透光性樹脂65および76が厚くなることは好ましいことではない。しかし、透光性樹脂65および76を薄くすると、ボンディングワイヤー64および75が断線する確率が高くなり、製造される発光デバイスの信頼性が低下するという問題が発生する。

【0014】本発明は、このような問題を解決するものであり、その目的は、小型であって、外的応力に対して容易に破損するおそれのない発光デバイスを提供することにある。本発明の他の目的は、そのような発光デバイスを容易に製造することができる方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の発光デバイスは、相互に分離した一対の電極が設けられた絶縁基板と、p側半導体層およびn側半導体層とがp-n接合されており、そのp-n接合面が前記絶縁基板に対して垂直状態になるように、絶縁基板上の各電極間に架設状態で配置されたLEDチップと、このLEDチップのp側半導体層およびn側半導体層と、絶縁基板上の各電極とを導電状態で接着する導電性ペーストと、前記LEDチップおよび各導電性ペーストを封止する透光性樹脂と、を具備することを特徴とするものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0016】前記各電極は、絶縁基板に設けられた各スルーホールをそれぞれ通って絶縁基板の裏面に達してお

り、各スルーホールに導電ペーストが充填されている。

【0017】前記各電極は、絶縁基板に設けられた各スルーホールをそれぞれ覆っており、各スルーホールを覆う電極の裏面に金属層がそれぞれ接着されて絶縁基板の裏面に達している。

【0018】本発明の発光デバイスは、スルーホールが設けられた絶縁基板と、絶縁基板のスルーホール内にて各端部同士が相互に分離するように絶縁基板の裏面にそれぞれ設けられた一対の電極と、p側半導体層およびn側半導体層とがp-n接合されており、そのp-n接合面が前記絶縁基板に対して垂直状態になるように、絶縁基板のスルーホール内にて各電極間に架設状態で配置されたLEDチップと、このLEDチップのp側半導体層およびn側半導体層と、絶縁基板上の各電極とを導電状態で接着する導電性ペーストと、前記LEDチップおよび各導電性ペーストを封止する透光性樹脂と、を具備することを特徴とするものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0019】本発明の発光デバイスの製造方法は、多数のスルーホールが形成された絶縁基板に、各スルーホール内周面を覆うとともに絶縁基板の表面を覆う電極を、各スルーホール毎に分離した状態でそれぞれ形成する工程と、各スルーホールに導電性ペーストをそれぞれ充填する工程と、p側半導体層およびn側半導体層とがp-n接合されたLEDチップを、p-n接合面が絶縁基板に対して垂直状態になるように、相互に隣接する一対の電極間にそれぞれ架設する工程と、各LEDチップのp側半導体層およびn側半導体層と絶縁基板上の各電極とを、導電性ペーストによってそれぞれ導電状態で接着する工程と、絶縁基板上の全てのLEDおよび導電性ペーストが封止されるように、その絶縁基板全体を透光性樹脂によって覆う工程と、その透光性樹脂によって覆われた絶縁基板を、各スルーホールが分割されるようにダイシングカットするとともに、1または複数のLEDチップ毎にダイシングカットする工程と、を包含することを特徴とするものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0020】また、本発明の発光デバイスの製造方法は、多数のスルーホールが形成された絶縁基板の表面に、相互に分離された電極を、それぞれが各スルーホールの開口部を覆うように形成する工程と、各スルーホールを覆う電極の裏面にそれぞれが接着されそのスルーホール内を通して絶縁基板の裏面にそれぞれ達する金属層を、各スルーホール毎に分離した状態でそれぞれ形成する工程と、p側半導体層およびn側半導体層とがp-n接合されたLEDチップを、p-n接合面が絶縁基板に対して垂直状態になるように、相互に隣接する一対の電極間にそれぞれ架設する工程と、各LEDチップのp側半導体層およびn側半導体層と絶縁基板上の各電極とを、導電性ペーストによってそれぞれ導電状態で接着す

(5)

る工程と、絶縁基板上の全てのLEDおよび導電性ペーストが封止されるように、その絶縁基板全体を透光性樹脂によって覆う工程と、その透光性樹脂によって覆われた絶縁基板を、各スルーホールが分割されるようにダイシングカットするとともに、1または複数のLEDチップ毎にダイシングカットする工程と、を包含することを特徴とするものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0021】さらに、本発明の発光デバイスの製造方法は、表裏全面に金属層を有する基板の裏面側のスルーホール形成予定領域における金属層をエッチング除去する工程と、そのエッチング除去された部分にレーザー光を照射して前記基板に複数のスルーホールを形成する工程と、形成されたスルーホールの内壁を含む基板の表裏全面に金属メッキにより金属層を形成する工程と、基板の表裏全面の金属層を、それぞれ、各スルーホール毎に分離して電極を形成するようにパターンニングする工程と、p側半導体層およびn側半導体層とがp-n接合されたLEDチップを、p-n接合面が基板に対して垂直状態になるように、相互に隣接する一対の電極間にそれぞれ架設する工程と、各LEDチップのp側半導体層およびn側半導体層と基板上の各電極とを、導電性ペーストによってそれぞれ導電状態で接着する工程と、基板上の全てのLEDおよび導電性ペーストが封止されるように、その基板全体を透光性樹脂によって覆う工程と、その透光性樹脂によって覆われた基板を、各スルーホールが分割されるようにダイシングカットするとともに、1または複数のLEDチップ毎にダイシングカットする工程と、を包含することを特徴とするものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0022】

【作用】本発明の発光デバイスでは、p-n接合されたLEDチップが、絶縁基板に対してp-n接合面が垂直状態となるように、絶縁基板上に設けられた一対の電極間に架設状態になっているために、ボンディングワイヤを使用することなく、導電性ペーストによって各電極とLEDチップとを導電状態にすることができる。その結果、LEDチップを封止する透光性樹脂の厚さを小さく抑制することができ、発光デバイス全体を小型化することができる。

【0023】絶縁基板に設けられるスルーホールは、導電ペーストが充填されていることにより、あるいは、電極によって覆われた状態になっていることにより、透光性樹脂を封止する際に、熔融状態になった透光性樹脂がスルーホールを通して絶縁基板の裏面に回り込むことを防止するための治具等が圧接される特別の領域が不要になり、これによっても、発光デバイスは小型化される。

【0024】本発明の発光デバイスの製造方法では、絶縁基板に設けられたスルーホールを電極が貫通した状態になっているが、各スルーホールに導電性ペーストが充

填された状態で、LEDチップが各電極間に架設されて、絶縁基板全体が透光性樹脂によって封止される。従って、LEDチップを透光性樹脂によって封止する際に、熔融状態の透光性樹脂が絶縁基板の各スルーホール内に流入するおそれがない。その結果、熔融状態の透光性樹脂が絶縁基板の各スルーホール内に流入することを防止するための治具等を、絶縁基板における各スルーホールの周辺部に配置する必要がなく、透光性樹脂による封止作業が容易に行える。そして、各スルーホールを分割するようにダイシングカットするとともに、透光性樹脂によって封止された1または複数のLEDチップ毎にダイシングカットすることにより、1または複数のLEDチップを有する発光デバイスが容易に量産される。

【0025】各スルーホールは電極によって覆って、スルーホール内を通る金属層によって、絶縁基板の裏面にも、電気的な導通を得られるようにすることによって、LEDチップを透光性樹脂によって封止する際に、熔融状態になった樹脂が各スルーホール内に流入するおそれがない。

【0026】絶縁基材の表裏全面に金属層が設けられた基板を使用してスルーホールを形成する場合には、基板裏面のスルーホール形成領域における金属層をエッチング除去しておいて、レーザー光を照射すればよい。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。

【0028】図1(a)は、本発明の発光デバイスの一例を示す縦断面図、図1(b)はその平面図である。

【0029】この発光デバイス10は、ガラスエポキシ樹脂、コンポジット等によって構成された長形状の絶縁基板17と、この絶縁基板17上に配置されたLEDチップ14とを有している。

【0030】絶縁基板17の長手方向（以下、この長手方向をX方向、幅方向をY方向とする）の各端部には、半円状のスルーホール11が設けられている。また、絶縁基板17の表面には、長手方向の中央部に分離された一対の電極パターン12が設けられている。各電極パターン12は、金属メッキによって構成されており、絶縁基板17の各端部に設けられたスルーホール11の内周面を覆っている。そして、各電極パターン12は、スルーホール11を通して絶縁基板17の裏面に達しており、絶縁基板17の裏面に沿うように折り曲げられている。

【0031】各電極パターン12にて覆われたスルーホール11内には、半田、Ag、Cu等の導電性ペースト13がそれぞれ充填されている。

【0032】絶縁基板17の表面を覆う各電極パターン12上には、LEDチップ14が架設状態で配置されている。このLEDチップ14は、n形半導体層14aとp形半導体層14bとが、p-n接合面14cによって

(6)

相互に積層された状態になっており、n形半導体層14aの表面にn側電極14dが設けられるとともに、p形半導体層14bの表面にp側電極14eが設けられている。そして、p-n接合面14cが絶縁基板17に対して垂直状態になるように、一対の電極パターン12間に架設状態で配置されている。n側電極14dおよびp側電極14eは、それぞれ、各電極パターン12上に垂直状態で配置されている。

【0033】各電極パターン12と、その上方に配置されたLEDチップ14のn側電極14dおよびp側電極14eとは、半田、Ag、Cu等の導電性ペースト15によって導電状態で接着されている。

【0034】絶縁基板17上のLEDチップ14および各導電性ペースト15は、エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂、アクリル樹脂、PES樹脂等の透光性樹脂16によって封止されている。この透光性樹脂16は、絶縁基板17のスルーホール11が設けられた各端面に沿った直方体状に成形されている。

【0035】図2(a)～(f)は、このような発光デバイス10の製造工程をそれぞれ示す断面図である。この製造工程では、1枚の絶縁基板17によって、多数の発光デバイス10が製造されるようになっている。まず、図2(a)に示すように、ガラスエポキシ樹脂、コンポジット等の絶縁基板17に、円形状になった多数のスルーホール11が、X方向およびY方向にそれぞれ所定のピッチでマトリクス状に形成される。

【0036】このような状態になると、図2(b)に示すように、絶縁基板17表面および裏面の全体、および、絶縁基板17の各スルーホール11の内周面に、メッキ処理等によって金属層が形成される。そして、絶縁基板17表面において隣接するスルーホール11の間の中央部分にて金属層が分断されるようにパターニングされるとともに、絶縁基板17の裏面において各スルーホール11の周辺部にのみ金属層が残るようにパターニングされる。これにより、絶縁基板17には、各スルーホール11毎に分離された電極パターン12がそれぞれ形成される。

【0037】その後、図2(c)に示すように、電極パターン12にて覆われたスルーホール11内に、半田、Ag、Cu等の導電性ペースト13が充填される。

【0038】このような状態になると、図2(d)に示すように、絶縁基板17表面において隣接するスルーホール11間にて分離された一対の電極パターン12間に、LEDチップ14が架設状態でマウントされる。LEDチップ14は、前述したように、n形半導体層14aとp形半導体層14bとが、p-n接合面14cによって相互に積層されており、n形半導体層14aの表面にn側電極14dが設けられるとともに、p形半導体層14bの表面にp側電極14eが設けられている。このLEDチップ14は、p-n接合面14cが絶縁基板1

7に対して垂直状態になるように、隣接する一対の電極パターン12間に架設される。

【0039】その後、LEDチップ14が架設された各電極パターン12と、LEDチップ14のn側電極14dおよびp側電極14eとが、半田、Ag、Cu等の導電性ペースト15によってそれぞれ導電状態で接着される。

【0040】次に、図2(e)に示すように、絶縁基板17の表面に、エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂、アクリル樹脂、PES樹脂等の透光性樹脂16のシートが積層されて、真空加熱雰囲気内にて加圧される。これにより、各LEDチップ14がこの透光性樹脂16によって封止される。この場合、絶縁基板17に設けられた各スルーホール11内には、導電性ペースト13が充填された状態になっているために、熔融状態の透光性樹脂は、各スルーホール11内に流入して絶縁基板17の裏面に回り込むおそれがない。従って、熔融状態の透光性樹脂16を絶縁基板17上ににて加圧する際に、絶縁基板17の周縁部に、熔融状態になった透光性樹脂16が絶縁基板17の各側面を通して裏面に回り込まないように、金型、治具等を配置するだけでよい。その結果、絶縁基板17の各スルーホール11の周縁部には、スルーホール11内に熔融樹脂が流入することを防止するための治具等を配置する必要がなく、また、絶縁基板17上に、そのような治具を配置するための領域を設ける必要もない。

【0041】透光性樹脂16が硬化して、絶縁基板17上の各LEDチップ14が封止された状態になると、図2(f)に示すように、Y方向に並んだ各スルーホール11の中心部を通るダイシングライン19aに沿って、絶縁基板17および透光性樹脂14をダイシングカットするとともに、Y方向に隣接する各LEDチップ14の間もX方向にダイシングカットする。これにより、それぞれが1つのLEDチップ14を有する多数の発光デバイス10が製造される。

【0042】このようにして製造された発光デバイス10の寸法の一例を図3に示す。本実施例の発光デバイス10は、300 $\mu$ m角のLEDチップ14を使用しており、絶縁基板17および各電極パターン12の厚さは200 $\mu$ m、LEDチップ14の厚さが300 $\mu$ m、透光性樹脂16のLEDチップ14に対する被り(厚さ)が100 $\mu$ mとなる。従って、本実施例の発光デバイス10は、必要最小限で、600 $\mu$ m程度の厚さになる。

【0043】また、この発光デバイス10の長手方向(X方向)の寸法は、LEDチップ14の半導体層14aおよび14bの積層方向の長さ300 $\mu$ mと、各電極パターン12と各電極14dおよび14eとをそれぞれ導電性ペースト15によって電気的に接続するために必要な長さ350 $\mu$ mの領域とがそれぞれ必要であり、結局、発光デバイス10は、必要最小限で、1000 $\mu$ m

(7)

(1. 0mm)程度の長さになる。

【0044】従って、本実施例の発光デバイス10では、図8に示す従来の発光デバイスに対して、厚さを、800 $\mu$ mから600 $\mu$ mに200 $\mu$ m薄くすることができるとともに、長手方向長さを、1600 $\mu$ mから1000 $\mu$ mと600 $\mu$ m短くすることができる。

【0045】図4は、本発明の発光デバイスの他の実施例を示す正面図である。本実施例の発光デバイス20では、1枚の絶縁基板27の各側部に、表面および裏面にわたる電極パターン22がそれぞれ設けられており、この電極パターン22上にLEDチップ24が、前記実施例と同様に、p-n接合面24cが絶縁基板27に対して垂直状態になるようにマウントされている。そして、LEDチップ24と各電極パターン22とが、導電性ペースト25によって、それぞれ導電状態で接着されており、各導電性ペースト25およびLEDチップ24が、絶縁基板27上に設けられた透光性樹脂26によって封止されている。

【0046】本実施例の発光デバイス20は、予め所定の大きさに成形された1枚の絶縁基板27上に1つのLEDチップ24をマウントして製造されるようになっており、従って、絶縁基板27の各側部には、スルーホールが設けられていない。

【0047】この発光デバイス20は、絶縁基板27上に透光性樹脂26を設けるための領域が、絶縁基板27の周縁部全体にわたって必要になるために、長手方向長さおよび幅方向長さは、前記実施例の発光デバイス10よりも若干大きくなる。しかし、前記実施例と同様に、ボンディングワイヤーを使用する必要がなく、従来の発光デバイスよりも、透光性樹脂26の厚さが小さく、小型化されている。

【0048】なお、本発明の発光デバイスは、このように、LEDチップ14および24が1つのものに限らず、図5(a)に示すように、1枚の絶縁基板17上に2つのLEDチップ14が設けられた発光デバイス30であってもよい。このような発光デバイス30は、例えば、図2(a)～(f)に示すように、1枚の絶縁基板17上に多数のLEDチップ14をマウントして、透光性樹脂16によって絶縁基板17全体を封止した状態で、Y方向に延びるダイシングライン19aに沿ってダイシングカットした後に、Y方向に隣接する2つのLEDチップ14が一体となるようにダイシングカットすることによって製造される。

【0049】また、この場合には、図5(b)に示すように、発光デバイス30は、2つのLEDチップ14が設けられる絶縁基板17の角部に対応させて、予めスルーホールを形成しておき、絶縁基板17の裏面に、各スルーホールを通して、絶縁基板17の表面の電極パターン12と電氣的に導通させるようにしてもよい。

【0050】この場合にも、予め、所定の形状に形成さ

れた絶縁基板上に、2つのLEDチップをマウントして製造してもよい。さらに、本発明の発光チップは、3つ以上のLEDチップが設けられていてもよく、この場合にも、多数のLEDチップを絶縁基板にマウントして透光性樹脂によって封止した後に、所定個数ずつにダイシングカットして製造してもよく、また、予め所定形状に形成された1枚の絶縁基板上に、所定個数のLEDチップをマウントして製造してもよい。

【0051】さらに、本発明の発光デバイスでは、図6に示すように、絶縁基板17上に設けられる透光性樹脂16を種々のレンズ形状に成形してもよい。透光性樹脂16は、例えば、図6(a)に示すように、半球状の突出部を有する凸レンズ形状、図6(b)に示すように、内部に半球状の突出部が設けられたインナーレンズ形状にしてもよく、また、図7(a)および(b)に示すように、半円筒形のロッドレンズ形状に成形してもよい。

【0052】透光性樹脂16をレンズ形状にする場合には、LEDチップ14が配置された絶縁基板17に透光性樹脂16のシートを積層して加熱状態で加圧する際に、各レンズ形状に対応した加圧治具が透光性樹脂16のシートに圧接される。

【0053】また、各LEDチップ14を透光性樹脂16によって封止する際に、透光性樹脂16のシートを使用する替わりに、絶縁基板17を所定形状の金型内に配置して、金型内に熔融状態の透光性樹脂16を注入するようにしてもよい。この場合にも、絶縁基板17の各スルーホール11内に導電性ペースト13が充填されているために、熔融状態の透光性樹脂16が、絶縁基板17の裏面に回り込むおそれがない。

【0054】図8(a)は、本発明の発光デバイスの他の実施例を示す平面図、図8(b)はその縦断面図である。

【0055】この発光デバイス40も、ガラスエポキシ樹脂、コンポジット等によって構成された長方形の絶縁基板47と、この絶縁基板47上に配置されたLEDチップ44とを有している。

【0056】絶縁基板47の長手方向(X方向とし、幅方向をY方向とする)の各端部は、半円状に切欠かれたスルーホール41がそれぞれ設けられている。絶縁基板47の表面には、一対の長方形の電極パターン42がそれぞれ設けられている。両電極パターン42は、絶縁基板47の長手方向中央部にて、適当な間隔をあけて相互に分離されている。各電極パターン42の各端部は、絶縁基板47の各スルーホール41を覆った状態になっている。

【0057】絶縁基板47の裏面における長手方向の各端部には、金属層43がそれぞれ積層されている。各金属層43は、絶縁基板47に設けられた各スルーホール41の内周面を通して、各スルーホール41を覆う各電極パターン42の裏面に接着されている。

50

(8)

【0058】絶縁基板47の表面に配置された各電極パターン42上には、LEDチップ44が架設状態で配置されている。このLEDチップ44も、前記各実施例と同様に、n形半導体層44aとp形半導体層44bとが、p-n接合面44cによって相互に積層された状態になっており、n形半導体層44aの表面にn側電極44dが設けられるとともに、p形半導体層44bの表面にp側電極44eが設けられている。そして、p-n接合面44cが絶縁基板47に対して垂直状態になるように、一対の電極パターン42間に架設されている。n側電極44dおよびp側電極44eは、それぞれ、各電極パターン42上に垂直状態で配置されている。

【0059】各電極パターン42とLEDチップ44のn側電極44dおよびp側電極44eとは、半田、Ag、Cu等の導電性ペースト45によって導電状態で接着されている。

【0060】絶縁基板47上のLEDチップ44および各導電性ペースト45は、エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂、アクリル樹脂、PES樹脂等の透光性樹脂46によって封止された状態になっている。この透光性樹脂46は、絶縁基板47の各端面とに沿った直方体状に成形されている。

【0061】図9(a)～(c)は、それぞれ、その発光デバイス40の製造工程における絶縁基板47の一部を示す拡大断面図である。図9(a)に示すように、発光デバイス40の製造に使用される絶縁基板47は、ガラスエポキシ樹脂、コンポジット等によって構成されており、この絶縁基板47には、X方向およびY方向に、それぞれ、1.1mmおよび0.6mmのピッチで、円形状のスルーホール41がマトリクス状に形成されている。そして、絶縁基板47の表面には、銅箔等の金属箔42aが全体にわたってラミネートされている。従って、絶縁基板47の各スルーホール41は、金属箔42aによって覆われた状態になる。

【0062】このような状態になると、図9(b)に示すように、絶縁基板47に設けられた各スルーホール41毎に、金属箔42aが長方形にパターンニングされて、各スルーホール41をそれぞれ同心状態で覆う長方形の電極パターン42が、相互に分離された状態でそれぞれ形成される。

【0063】その後、絶縁基板47の裏面の全体にわたって、銅メッキ処理が施されるとともに、ニッケルおよび金メッキ処理(あるいは銀メッキ処理、パラジウムメッキ処理)が施される。この場合、各スルーホール41の内周面および各スルーホール41を覆う各電極パターン42の裏面の全体にもメッキ処理が施されて、絶縁基板47の裏面全体、各スルーホール41の内周面、および各スルーホール41を覆う電極パターン42の裏面に金属層43が形成される。

【0064】このような状態になると、図9(c)に示

すように、絶縁基板47の裏面における相互に隣接する各スルーホール41の中央部にて、金属層43が分離状態となるようにパターンニングされる。これにより、絶縁基板47の表面に設けられた電極パターン42の裏面と、銅、ニッケル、および金によって構成された金属層43とが、各スルーホール41内にて接着されて、その金属層43は各スルーホール41の内周面を覆うとともに、各スルーホール41の周囲の絶縁基板47の裏面を長方形に覆う。

【0065】図9(c)に示す構造を得るためには、次のような方法によってもよい。まず、アラミド樹脂等の絶縁基材の表裏に銅箔が設けられた両面基板を準備し、この両面基板の裏面側におけるスルーホール形成予定領域の銅箔をエッチング除去する。そして、銅箔を除去したスルーホール形成予定領域に対して、レーザー光を照射してスルーホールを形成する。銅箔が残っている部分は、レーザー光を照射しても銅箔が除去されないために、銅箔が除去されたスルーホール形成予定領域では、レーザー光の照射によって基材のみが分解し、スルーホールが容易に形成される。

【0066】その後、スルーホールの内壁を含む基板の表裏全面に銅メッキを施す。そして、必要に応じて各スルーホール毎に表裏のメッキ層をパターンニングし、ニッケルおよび金メッキ処理することにより、図9(c)に示す構造が得られる。

【0067】なお、スルーホールの形成は、レーザー光の照射に替えて、樹脂エッチングによってもよい。

【0068】図10(a)は、このような状態の絶縁基板47の平面図、図10(c)はその断面図である。絶縁基板47の表面には、円形状になったスルーホール41を覆う長方形の電極パターン42が、相互に分離された状態で、X方向およびY方向に所定のピッチで設けられている。また、絶縁基板47の裏面には、各スルーホール41の周囲を長方形に覆うとともに、各スルーホール41内周面を覆って、各スルーホール41を覆う各電極パターン42の裏面に接着された各金属層43が、各スルーホール41毎に、それぞれ、相互に分離した状態で設けられている。

【0069】このような状態になると、図10(a)および(b)に二点鎖線で示すように、X方向に隣接する各電極パターン42間に、LEDチップ44が架設状態でマウントされる。LEDチップ44は、前述したように、n形半導体層44aとp形半導体層44bとが、p-n接合面44cによって相互に積層されており、n形半導体層44aの表面にn側電極44dが設けられるとともに、p形半導体層44bの表面にp側電極44eが設けられている。このLEDチップ44は、p-n接合面44cが絶縁基板47に対して垂直になるように、隣接するスルーホール41間の絶縁基板47表面に配置された一対の電極パターン42間に架設された状態になっ

(9)

ている。

【0070】その後、LEDチップ44が架設された各電極パターン42とLEDチップ44のn側電極44dおよびp側電極44eとが、半田、Ag、Cu等の導電性ペースト45によってそれぞれ導電状態で接着される。

【0071】次に、図11(a)に示すように、絶縁基板47の表面に、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)フェノキシ樹脂、アクリル樹脂、PES樹脂等の透光性樹脂シート46aが積層されて、真空加熱雰囲気内にて加圧する。これにより、図11(b)に示すように、各LEDチップ44がこの透光性樹脂46によって封止された状態になる。この場合、絶縁基板47に設けられた各スルーホール41が電極パターン42によって覆われた状態になっているために、熔融状態の透光性樹脂46は、各スルーホール41内に流入して絶縁基板47の裏面に回り込むおそれがない。従って、熔融状態の透光性樹脂46を絶縁基板47上に加圧する際に、絶縁基板47の周縁部に、熔融状態の透光性樹脂46が絶縁基板47の各側面を通して裏面に回り込まないようにする治具等を配置するだけでよい。その結果、絶縁基板47の各スルーホール41の周縁部には、スルーホール41内に熔融樹脂が流入することを防止するための治具等を、絶縁基板47に対して強く圧接させる必要がなく、また、絶縁基板47上に、そのような治具を配置するための領域を設ける必要もない。

【0072】透光性樹脂46が硬化して、絶縁基板47上の各LEDチップ44が封止された状態になると、図10(a)および(b)に示すように、Y方向に並んだ各スルーホール41の中心部を通過するダイシングライン49aに沿って、絶縁基板47および透光性樹脂44がダイシングカットされるとともに、Y方向に並んだ電極パターン42間にてX方向に沿って延びるダイシングライン49bに沿ってダイシングカットされる。これにより、図11(c)に示すように、それぞれが1つのLEDチップ44を有する図8に示す発光デバイス40が、多数製造される。

【0073】このようにして製造された発光デバイス40の寸法の一例を、図8(b)に併記する。本実施例の発光デバイス40は、300 $\mu$ m角のLEDチップ44を使用して、絶縁基板47、各電極パターン42、および各金属層43の厚さは100 $\mu$ m、LEDチップ14の厚さが300 $\mu$ m、透光性樹脂16のLEDチップ14に対する被り(厚さ)が100 $\mu$ mとなる。従って、本実施例の発光デバイス10は、厚さは、必要最小限で500 $\mu$ m程度になる。

【0074】また、この発光デバイス40の長手方向の寸法は、LEDチップ44の半導体層44aおよび44bの積層方向の長さ300 $\mu$ mと、各電極パターン42と各電極44dおよび44eとを導電性ペースト45に

よって電氣的に接続するために必要な350 $\mu$ mの領域とが必要であり、結局、発光デバイス40の長さは、必要最小限で1000 $\mu$ m(1.0mm)程度になる。

【0075】なお、本実施例の発光デバイスも、1枚の絶縁基板47に複数のLEDチップ44が設けられていてもよい。

【0076】図12(a)は、本発明のさらに他の実施例の発光デバイス50の平面図、図12(b)はその断面図である。この発光デバイス50は、ポリイミド、ガラスエポキシ等の絶縁基板57にスルーホール51が設けられており、絶縁基板57の裏面に、金属フィルムによって構成された一対の電極パターン52が設けられている。各電極パターン52は、銅、ニッケル、および金の各金属層が積層されて構成されている。各電極パターン52の各端部は、スルーホール51内にて、適当な間隔をあけた状態で配置されている。そして、スルーホール51内に、各電極パターン52間にLEDチップ54が架設状態で配置されている。

【0077】このLEDチップ54も、前記各実施例と同様に、n形半導体層54aとp形半導体層54bとが、p-n接合面54cによって相互に積層された状態になっており、n形半導体層54aの表面にn側電極54dが設けられるとともに、p形半導体層54bの表面にp側電極54eが設けられている。そして、p-n接合面54cが絶縁基板57に対して垂直状態になるように、一対の電極パターン52間に架設されている。n側電極54dおよびp側電極54eは、それぞれ、各電極パターン52上に垂直状態で配置されている。

【0078】各電極パターン52と、LEDチップ54のn側電極54dおよびp側電極54eとは、半田、Ag、Cu等の導電性ペースト55によって、導電状態で接着されている。

【0079】相互に分離された各電極パターン52の間には、レジスト53が充填されており、各電極パターン52を絶縁状態に保持している。このレジスト53は、各電極パターン52の端部裏面に積層された状態になっている。

【0080】絶縁基板57上のLEDチップ54および各導電性ペースト55は、エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂、アクリル樹脂、PES樹脂等の透光性樹脂56によって封止されている。この透光性樹脂56は、絶縁基板57の各端面に沿った直方体状に成形されている。

【0081】このような構成の発光デバイス50は、次のように製造される。長方形のスルーホール51がX方向およびY方向にマトリクス状に形成されたポリイミド等の絶縁基板57の裏面に、金属フィルムを全体にわたって貼り付ける。そして、不要部分をエッチングによって除去して、各スルーホール51内にて相互に分離した一対の電極パターン52をそれぞれ形成する。その後、各スルーホール51内にて分離した各電極パターン

(10)

5.2間にレジスト53を充填する。

【0082】このような状態になると、LEDチップ54が、スルーホール51内に挿入されて、スルーホール51内にて相互に分離された状態の一对の電極パターン52間に架設される。そして、LEDチップ54が、導電ペースト55によって、各電極パターン52に導電状態で接着される。その後、前記各実施例と同様に、各LEDチップ54が透光性樹脂56によって封止され、各LEDチップ54毎にダイシングカットされる。これにより、図12に示す発光デバイス50が得られる。

【0083】本実施例の発光デバイス50は、このように、製造が容易であり、ローコストで製造することができる。

【0084】なお、本実施例の発光デバイスも、1枚の絶縁基板57に複数のLEDチップ54が設けられていてもよい。

【0085】

【発明の効果】本発明の発光デバイスは、このように、LEDチップのp-n接合面が、絶縁基板に対して垂直状態になっており、LEDチップと絶縁基板上に設けられた各電極とが、導電性ペーストによって導電状態で接着されているために、ボンディングワイヤーを使用する必要がなく、絶縁基板の反り等の外的応力によって損傷するおそれがない。しかも、ボンディングワイヤーを保護するために透光性樹脂を厚くする必要がなく、発光デバイスは著しく小型化される。また、絶縁基板に設けられたスルーホールが、導電性ペーストによって、あるいは電極によって閉鎖された状態になっているために、スルーホールの周辺部に、熔融状態の透光性樹脂がスルーホール内に流入することを防止するための治具等を配置するための領域が不要になり、発光デバイスは、より一層小型化される。

【0086】本発明の発光デバイスの製造方法は、絶縁基板に設けられたスルーホールが、導電性ペーストによって、あるいは電極によって閉鎖された状態になっているために、絶縁基板全体を透光性樹脂によって封止する際に、透光性樹脂がスルーホールを通して絶縁基板の裏面に回り込むおそれなく、そのような樹脂の回り込みを防止するための作業が不要になって、作業性は著しく向上する。

【0087】絶縁基材の表裏両面に金属層が設けられた基板を使用する場合には、裏面側のスルーホール形成予定領域の金属層を除去して、レーザー光を照射することにより、容易にスルーホールを形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の発光デバイスの一例を示す断面図、(b)はその平面図である。

【図2】(a)～(f)は、それぞれ、その発光デバイスの製造工程を示す断面図である。

【図3】図1に示す発光デバイスの寸法を示す正面図で

ある。

【図4】本発明の発光デバイスの他の実施例を示す正面図である。

【図5】(a)および(b)は、それぞれ、本発明の発光デバイスの他の実施例を示す平面図である。

【図6】(a)および(b)は、それぞれ、本発明の発光デバイスの他の実施例を示す概略正面図である。

【図7】(a)は本発明の発光デバイスのさらに他の実施例を示す概略正面図、(b)はその側面図である。

【図8】(a)は本発明の発光デバイスのさらに他の実施例を示す平面図、(b)はその断面図である。

【図9】(a)～(c)は、それぞれ、その発光デバイスの製造工程を示す絶縁基板の断面図である。

【図10】(a)は、その製造工程における絶縁基板の平面図、(b)はその断面図である。

【図11】(a)～(c)は、それぞれ、その発光デバイスのその後の製造工程を示す絶縁基板等の断面図である。

【図12】(a)は本発明の発光デバイスのさらに他の実施例を示す平面図、(b)はその断面図である。

【図13】従来の発光デバイスの一例を示す断面図である。

【図14】従来の発光デバイスの他の例を示す正面図である。

【図15】図14に示す発光デバイスの寸法を示す正面図である。

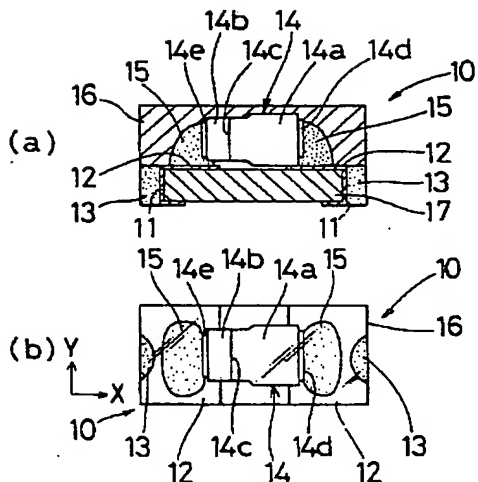
【符号の説明】

- 10 発光デバイス
- 11 スルーホール
- 12 電極パターン
- 13 導電性ペースト
- 14 LEDチップ
- 15 導電性ペースト
- 16 透光性樹脂
- 17 絶縁基板
- 40 発光デバイス
- 41 スルーホール
- 42 電極パターン
- 43 金属層
- 44 LEDチップ
- 45 導電性ペースト
- 46 透光性樹脂
- 47 絶縁基板
- 50 発光デバイス
- 51 スルーホール
- 52 電極パターン
- 53 レジスト
- 54 LEDチップ
- 55 導電性ペースト
- 56 透光性樹脂

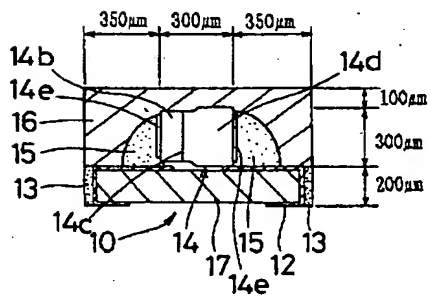
(11)

5 7 絶縁基板

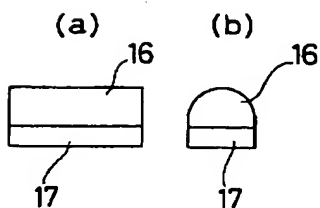
【図1】



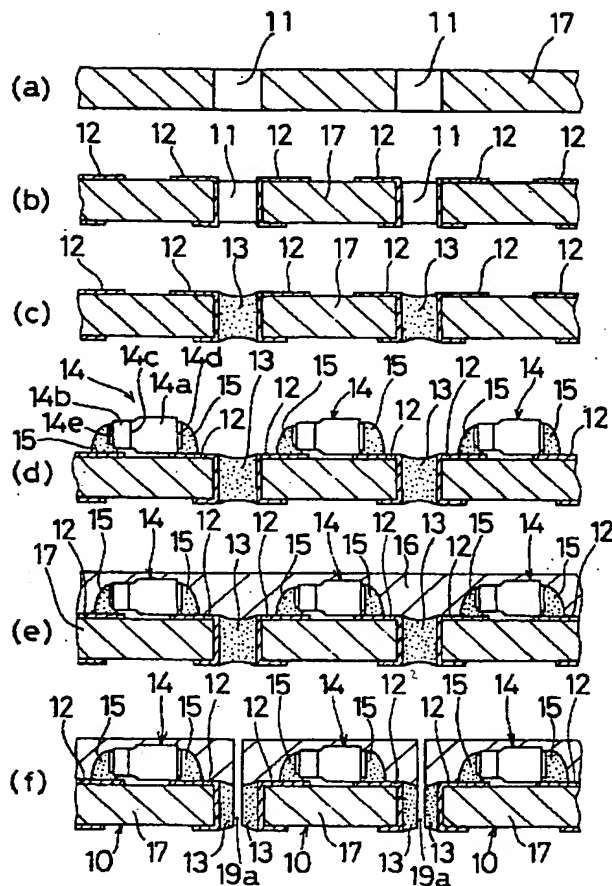
【図3】



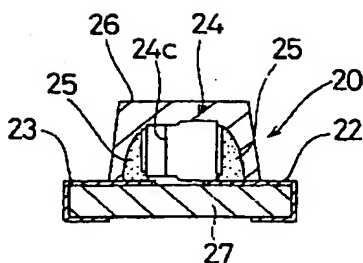
【図7】



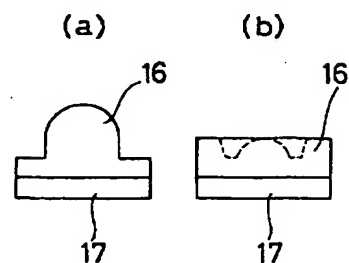
【図2】



【図4】

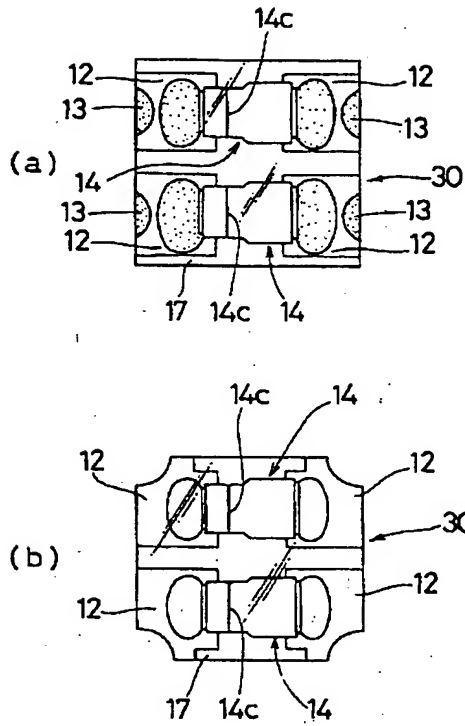


【図6】

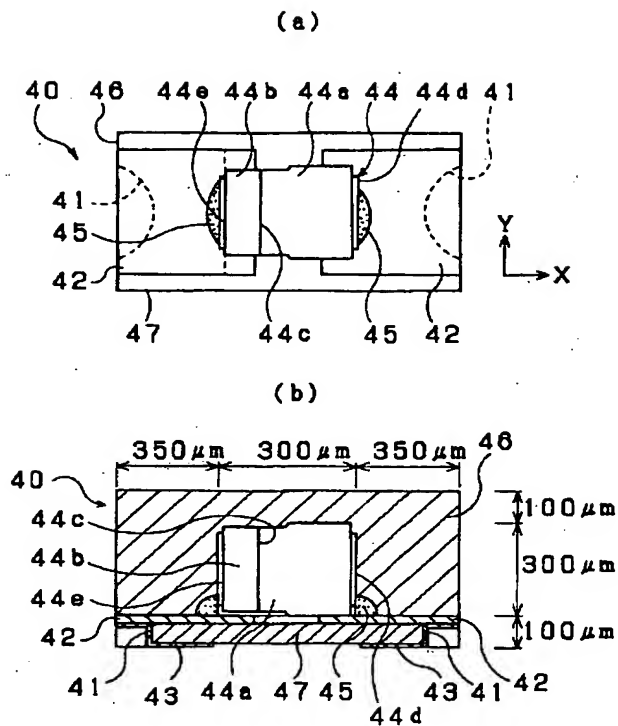


(12)

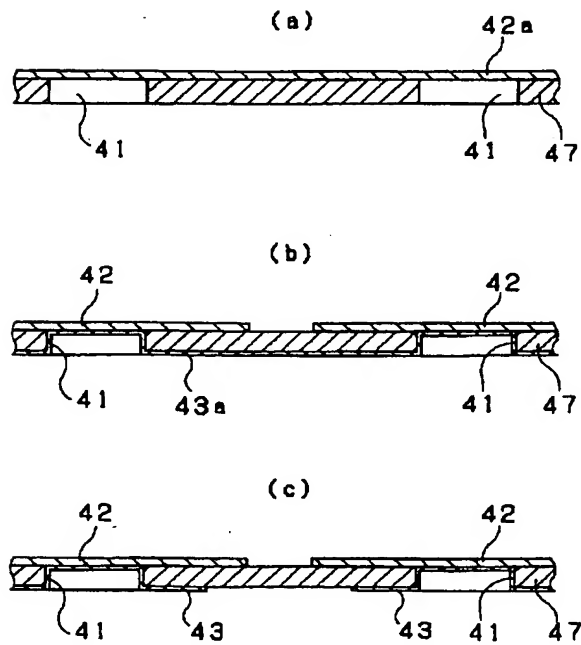
【図5】



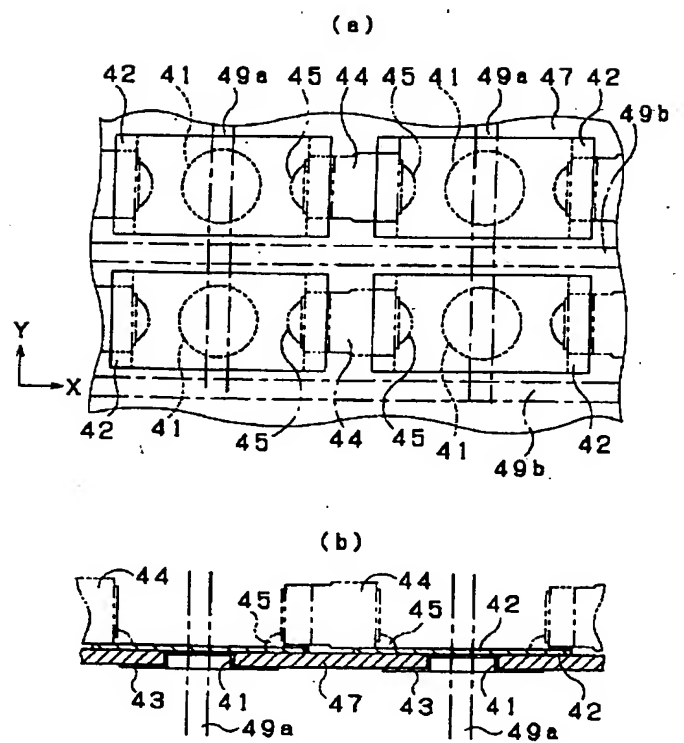
【図8】



【図9】

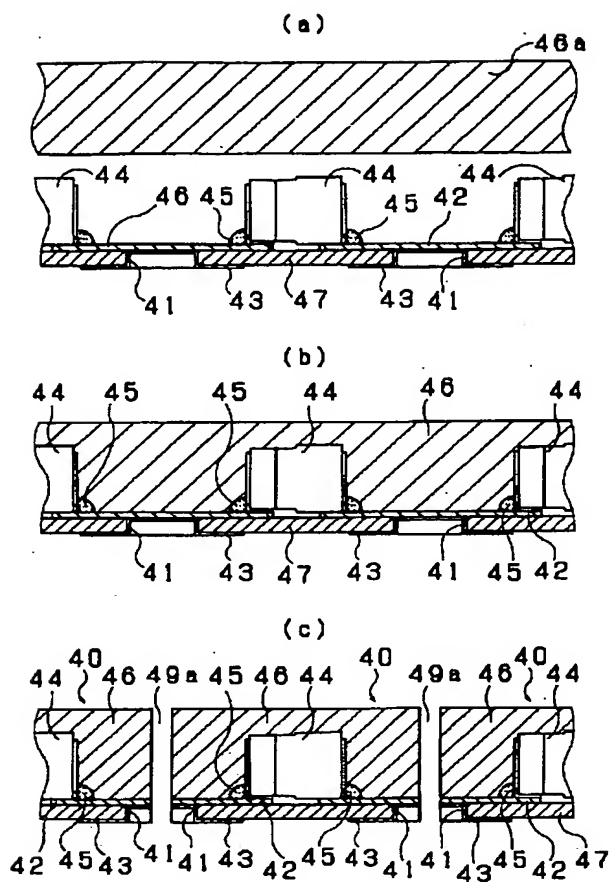


【図10】

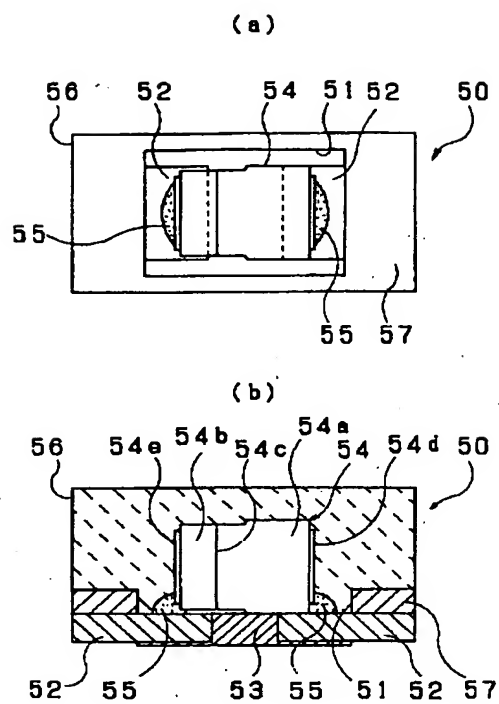


(13)

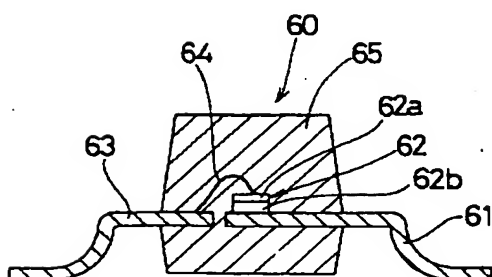
【図11】



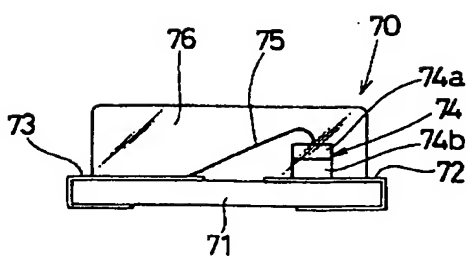
【図12】



【図13】



【図14】



(14)

【図15】

